(54)【発明の名称】 ボイスコイルモータ磁気回路ヨーク用鉄合金板材およびボイスコイルモータ磁気回路用ヨーク

(57)【要約】

【解決手段】 ボイスコイルモータ磁気回路に使用され、板厚が0.1〜5mm、磁界強度変動が0〜10Hz、C:0.0001〜0.02%、Si:0.0001〜5%、Mn:0.001〜0.2%、P:0.0001〜0.05%、S:0.0001〜0.05%、Al:0.0001〜5%、O:0.001〜0.1%、N:0.0001〜0.03%、Co:0〜10%、Cr:0〜10%、Ti、Zr、Nb、Mo、V、Ni、W、Ta、Bから選ばれる合金元素を0.01〜5%含有し、残部がFeからなる鉄合金であって、飽和磁束密度が1.7〜2.3テスラ、最大比透磁率が1200〜22000、保磁力が20〜380A/mであるボイスコイルモータ磁気回路ヨーク用鉄合金板材。

【効果】 本発明によれば、耐蝕性金属皮膜の形成を必要としない安価な磁気回路の提供が可能となる。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】　ボイスコイルモータ磁気回路に使用される板厚が0．1mm以上5mm以下、板内部の磁界強度変動が0〜10Hzであるヨーク用板材において、該板材がC：0．0001〜0．02重量％、Si：0．0001〜5重量％、Mn：0．0001〜0．2重量％、P：0．0001〜0．05重量％、S：0．0001〜0．05重量％、Al：0．0001〜5重量％、O：0．0001〜0．1重量％、N：0．0001〜0．03重量％、Co：0〜10重量％、Cr：0〜10重量％を含有し、さらに添加元素としてTi、Zr、Nb、Mo、V、Ni、W、Ta、Bから選ばれる少なくとも一種以上の合金元素を合計で0．01〜5重量％含有し、その他実用上不可避の不純物以外には残部がFeからなる鉄合金であって、かつその飽和磁束密度が1．7テスラ以上2．3テスラ以下、最大比透磁率が1200以上22000以下、保磁力が20A／m以上380A／m以下であることを特徴とするボイスコイルモータ磁気回路用鉄合金板材。

【請求項2】　請求項1に記載の鉄合金板材を用いたボイスコイルモータ磁気回路用ヨーク。

【請求項3】　表面に耐蝕性金属皮膜を有さない請求項2記載のヨーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録装置におけるボイスコイルモータに使用する磁気回路を提供するための、磁気回路を構成する高磁束密度、高耐蝕性のボイスコイルモータ磁気回路用ヨーク用鉄合金板材、および、ボイスコイルモータ磁気回路用ヨークに関する。

【0002】

【従来の技術】ハードディスクには、磁気記録膜を成膜したメディアとそのメディアを必要な回転数に回転させるスピンドルモータ、記録内容を読み書きする磁気ヘッドとそれを駆動するボイスコイルモータや、制御装置等が配置される。ボイスコイルモータの磁気回路は、磁束を発生させる永久磁石と、それらをつなぐヨークで構成され、ヘッド駆動用アクチュエーターとして使用される。また、CD、DVDドライブの磁気回路では、ピックアップ用レンズを駆動するアクチュエーターとして磁束を発生させる永久磁石とそれをつなぐヨークが使用される。近年、メーカーの激しい価格競争により、ボイスコイルモータにも更なる低コスト化が要求されている。

【0003】これらに使用される部品においては、清浄で発塵性のないことが第一に求められる。ヨーク等鉄部品で容易に錆びてしまう恐れのある部品においては、生成する錆びがパーティクルコンタミネーションとなってハードディスク、ピックアップ用のヘッドやレンズを汚染するため、各種の耐蝕性表面処理を行って使用するのが通常である。さらに、部品それぞれをクリーンな製

2

造工程にて作製し、コスト的に高価となることは不可避ではあったが、磁気ヘッドとメディア間のクラッシュや、レンズの汚染を避けるために厳しいクリーン度管理が行われている。

【0004】ボイスコイルモータを構成する磁気回路のヨーク材は、低コスト化の要求から、SPCC、SPCD、SPCEなどの安価な一般圧延鋼板が用いられる。これらの一般圧延鋼板は、打抜き、曲げ等の加工性が良く、安価なことが特長であるが、錆の発生を抑制することができず、前述の問題を解決するためにプレス機械等で加工後、高価な無電解Ni−メッキ等を施し、錆の発生を抑えているのが実状である。

【0005】このように、磁気回路の低コスト化を実現するには、SPCC等の安価な材料を用いているが、一般圧延鋼板の耐蝕性は期待できないため、Niメッキ等の高価な耐蝕性金属皮膜を形成する必要がある。したがって、コスト的に高価となることは不可避であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】先に述べたように、SPCC等の冷間圧延鋼板は、打抜き、型取り、穴あけや曲げ、エンボス加工などの大量の生産性に優れることと、安価なために最も多く使用されている。しかしながら、これらの鋼板は充分な飽和磁化や耐蝕性を有しないため、前述の小型化、薄型化により、部分的なVCM磁気回路においては磁気飽和をさけることが困難であり、高磁束密度を有する永久磁石からの磁束を磁路中に十分に活用することができなかった。ヨークの厚み寸法は装置全体からの制約によって制限され、高性能磁石の磁束すべてを有効に活用することができず、磁気回路の途中で部分的に飽和したり、磁束の漏れが発生したりする。

【0007】このような磁束の漏れは、磁気回路のギャップ磁束密度を低下させるだけでなく、周囲の磁気記録媒体や制御機器に対して影響を及ぼすことになる。VCM回路からの漏れ磁束量は一定の規定があり、製品の漏れ磁束量はこの規定値以下にしなければならない。

【0008】また、さび等のパーティクルコンタミネーション発生を避けるために、表面処理層を成膜すること が必須であり、低コスト化が非常に困難であった。

【0009】これらの漏れ磁束量を無くし、永久磁石の持つ高磁束密度の特性をすべて享受することができるヨーク用材料の開発が強く求められている。

【0010】本発明は、上記要望に応えるためになされたもので、磁束密度が高く、かつ耐蝕性に優れて、耐蝕性金属皮膜の形成を省略することができ、安価に製造することのできるボイスコイルモータ磁気回路ヨーク用鉄合金板材およびボイスコイルモータ磁気回路用ヨークを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段及び発明の実施の形態】本発明は、上記目的を達成するため、ボイスコイルモータ磁気回路に使用される板厚が０．１ｍｍ以上５ｍｍ以下、板内部の磁界強度変動が０～１０Ｈｚであるヨーク用板材において、該板材がＣ：０．０００１～０．０２重量％、Ｓｉ：０．０００１～５重量％、Ｍｎ：０．０００１～０．２重量％、Ｐ：０．０００１～０．０５重量％、Ｓ：０．０００１～０．０５重量％、Ａｌ：０．０００１～５重量％、Ｏ：０．０００１～１重量％、Ｎ：０．０００１～０．０３重量％、Ｃｏ：０～１０重量％、Ｃｒ：０～１０重量％の各元素を含有し、さらに添加元素としてＴｉ，Ｚｒ，Ｎｂ，Ｍｏ，Ｖ，Ｎｉ，Ｗ，Ｔａ，Ｂから選ばれる少なくとも一種以上の合金元素を合計で０．０１～５重量％含有し、その他実質上不可避の不純物以外には残部がＦｅからなる鉄合金であって、かつその飽和磁束密度が１．７テスラ以上２．３テスラ以上で、最大比透磁率が１２００以上２２０００以下、保磁力が２０Ａ／ｍ以上３８０Ａ／ｍ以下であることを特徴とするボイスコイルモータ磁気回路ヨーク用鉄合金板材、およびこの鉄合金板材を用いたボイスコイルモータ磁気回路用ヨークを提供する。この場合、このヨークは、上記鉄合金板材の耐銹性が良好であるため、従来のように表面に耐蝕性金属皮膜、例えばＮｉ，Ｃｕ，Ｓｎ，Ａｕ，Ｐｔ，Ｚｎ，Ｆｅ，Ｃｏ，Ａｌ等の金属や、これらの金属を２０重量％以上含む合金の皮膜の形成を省略することができる。

【００１２】すなわち、上記鉄合金板材を用いることより、高特性を保持しつつ高耐銹性のボイスコイルモータを製作することができる。特に、従来高価なためにその使用を控えられてきていたＣｏが飽和磁化の向上に有効であり、板材の高磁気磁化によって高性能永久磁石から発生する磁束を効率良く磁気回路へ導くことが加えてＣｒを添加することにより高耐銹性を付加し、表面処理膜を必要としないために安価に製造できることが特徴である。さらに、添加元素として加えられたＴｉ，Ｚｒ，Ｎｂ，Ｍｏ，Ｖ，Ｎｉ，Ｗ，Ｔａから選ばれる少なくとも一種以上の合金元素からなる炭化物および／または炭窒化物が合金の粒界および／または粒内に微細に分散して析出していることが好ましい。

【００１３】以下、本発明につき更に詳しく説明する。

【００１４】本発明のボイスコイルモータ磁気回路ヨーク用鉄合金板材は、上述したように、Ｃ，Ｓｉ，Ｍｎ，Ｐ，Ｓ，Ａｌ，Ｏ，Ｎを特定量含有すると共に、好ましくはＣｏ，Ｃｒを特定量含有し、かつＴｉ，Ｚｒ，Ｎｂ，Ｍｏ，Ｖ，Ｎｉ，Ｗ，Ｔａ，Ｂの１種又は２種以上を特定量含有する鉄合金からなるものである。

【００１５】すなわち、本発明者らは、上述した目的を達成するべく種々の材料の検討を行い、耐銹性を向上させる元素を調べた結果、ＳＰＣＣなどの鉄鋼は大気中で加熱するとスケールを発生し酸化が早くなる。これは、

ＦｅＯ，Ｆｅ₃Ｏ₄が金属不足ｎ型半導体でＦｅ⁺⁺の移動によって成長し、Ｆｅ₂Ｏ₃は金属過剰ｐ型の半導体でＯの移動によって成長するため、酸化物層を通して酸素が浸透し、酸化物層下の鉄の酸化を進める。酸化を進めないためには酸化物層が緻密で、割れなど生じることなく、よく密着して、内部への酸素を妨げるような作用を持たせればよい。Ａｌ，Ｃｒ，ＳｉはＦｅよりも酸化しやすく、しかも安定な酸化物を作る金属を合金化するため、Ｆｅよりも選択的に酸化するＡｌ₂Ｏ₃，Ｃｒ₂Ｏ₃，ＳｉＯ₂の薄い緻密な被膜をつくり、酸化の進行を妨げる。詳しくは、Ａｌ，ＣｒはＦｅＯ・Ａｌ₂Ｏ₃，ＦｅＯ・Ｃｒ₂Ｏ₃の複合酸化物を、Ｓｉは２ＦｅＯ・ＳｉＯ₂の複合酸化物を生成する。できた酸化物層は容積が小さく、表面を完全に覆わない場合は耐銹化性が悪く、反対に容積が大きすぎると酸化物層が割れたり、割れたりして同様に耐銹化性がない。適度な容積の緻密な酸化物層が表面を覆う場合が最もよい。

【００１６】また、ＳＰＣＣ材等の成分から磁束密度の低下に影響を及ぼす元素を調べた。特に対しては、Ｃ，Ａｌ，Ｓｉ，Ｐ，Ｓ，Ｍｎは磁気モーメントを持っていないか、磁気モーメントが鉄母体と異なるために、これら元素の存在によって周囲の磁気モーメントを低下させる現象が起こる。特にＰ，Ｓは、磁束密度の低下以外に耐蝕性においても悪影響を及ぼす。しかし、これらの元素をむやみに低減させると、原材料製造コストの面から不利であり、性能的にも少量の範囲内であれば含有していても満足する。

【００１７】以上の観点から、本発明のボイスコイルモータ磁気回路ヨーク用鉄合金板材は、Ｃ：０．０００１～０．０２重量％、Ｓｉ：０．０００１～５重量％、Ｍｎ：０．０００１～０．２重量％、Ｐ：０．０００１～０．０５重量％、Ｓ：０．０００１～０．０５重量％、Ａｌ：０．０００１～５重量％、残部がＦｅの範囲とするものであり、より好ましくはＣ：０．０００５～０．０１５重量％、特に０．００１～０．０１重量％、Ｓｉ：０．０００５～５重量％、特に０．００１～５重量％、Ｍｎ：０．０００１～０．２重量％、特に０．０１～０．２重量％、Ｐ：０．０００１～０．０５重量％、特に０．００１～０．０５重量％、Ｓ：０．０００１～０．０５重量％、特に０．００１～０．０５重量％、Ａｌ：０．０００１～５重量％、特に０．００１～５重量％とする。

【００１８】また、ＯおよびＮも同様に磁気特性に影響を及ぼし、０．００１～０．１重量％および０．００１～０．０３重量％とすることが好ましく、この範囲であれば、飽和磁束密度を特には劣化させない。より好ましくは、Ｏ：０．００５～０．０９重量％、特に０．００５～０．０８重量％、Ｎ：０．０００５～０．０３重量％、特に０．０００５～０．０２重量％である。

【００１９】Ｃｏ，Ｃｒは、それぞれ０～１０重量％と

する。特にFe−Cr合金はほぼ直線的に自発磁気モーメントを低下させることがわかっており、多量の添加は磁束の低下につながる。また、この合金の１０〜８０重量％の組成のものは焼きなましによって物理的性質が著しく変化する。たとえば、４７５℃の焼きなましでは機械的に固く、脆くなり、切削や打抜き加工などの塑性加工能が著しく低下し、脆性と共に耐食性も劣化する。また、７００℃前後で長時間加熱されると粒界にσ相が析出し、耐粒界腐食性や機械強度が低下する。したがって、Crの範囲は１０重量％以下とする。本発明のボイスコイルモータ磁気回路用鉄合金板材およびボイスコイルモータ磁気回路用ヨークはその使用される環境がステンレス鋼が使用されると塩害環境や薬品等が存在する環境とは異なるためにCr量は少なくて良い。より好ましくは、Cr：０.０２〜１０重量％、耐食性の点から４〜１０重量％含有することが好ましい。

【００２０】一方、鉄原子よりも外殻電子数が多いCoは磁束密度を増大させることから、本発明において重要な元素である。Co量は、少量１０重量％まで添加することができ、合金の飽和磁束密度を増加させるが、それ以上は合金の強度が大きく硬くなりすぎるために圧延加工が難しく、または当時に高価な金属であるためにコストの点から不利となる。よってCo量は、０.１〜１０重量％、特に４〜１０重量％の範囲とすることが好ましい。また、磁束密度を低下させる元素の添加を抑え、その分のCoを添加させることによって、従来のSPCCなどの材料に劣らない磁束密度を発現することが可能となる。

【００２１】添加元素として添加されるTi、Zr、Nb、Mo、Cr、V、Ni、W、Taから選ばれる少なくとも一種以上の元素は、材料中のフェライト相内に固溶した場合、磁束密度の低下を起こすが、不可避に混入するC、O、Nとの間で金属間化合物を生成し、炭化物、酸化物、窒化物を作る。その結果、これらの析出物は合金組織中に微細に一に析出し、塑性加工中の転位の移動を阻害するようになる。このため合金の過剰な延性が小さくなり、板材の打抜き時に、せん断面のバリ発生が起こりにくくなる。またこれらC、Nを固定化する元素を含有するものは焼きなまし温度から急冷しても鋭敏化されることなく、耐粒界腐食性が良く且つ結晶粒の粗大化も起こりにくい。

【００２２】Mo、V、Niはステンレスなどの例に見られるように、鉄合金板材の耐食性向上させる効果がある。低炭素の場合、４４０〜５４０℃の焼点で著しく脆化し、かつ二次硬化が生じると焼戻し靭性はCrの炭化物によるが、これら元素の添加による炭素トラップより焼戻し軟化抵抗性が改善される。W、Ta、Bは、板材の圧延加工性を向上させる効果があり、加工費の低減に貢献する。しかし、これらの元素はいずれも飽和磁化を減少させるので、合計でも５重量％を

超えて添加することは好ましくない。従って、これらの添加元素は、０.０１〜５重量％の割合で添加される。

【００２３】Feは残部であるが、鉄合金中、５０重量％以上、特に７５重量％以上を含有することが好ましい。

【００２４】さらに、本発明には、飽和磁束密度を１.７〜２.３テスラとすることが特徴であり、飽和磁束密度が高くても最大比透磁率が小さいか、または保磁力が大きすぎてしまっては、磁気回路の磁気抵抗が増大し、ギャップ磁束密度が低下する。このため、最大比透磁率は１２００以上２２０００以下の範囲とし、保磁力は２０A/m以上１３８０A/m以下の範囲とする。より好ましくは、飽和磁束密度は１.８〜２.３テスラ、特に２.０〜２.３テスラであり、最大比透磁率は１５００〜２２０００、特に１２０００〜２２０００であり、保磁力は２０〜３５０A/m、特に２０〜３００A/mである。

【００２５】更にヨーク材の硬さが大きくなると、打抜きや曲げ等の加工に必要な力が大きくなるのでプレス機等の能力が不足する場合があり、また金型にかかる負担が大きくなるため金型の寿命が低下するので硬さ（ロックウェル）をHRB９０以下、好ましくは８５以下にすることである。

【００２６】合金成分は、原料材料や製鋼方法によって目的とする範囲に調整されるが、生産性、品質上からは連続鋳造法が好ましく、また小ロット生産には真空溶解法などが適する。鋳造後、所定板厚の鋼材とするために、熱間圧延、冷間圧延などが施される。このようにして得られた鉄合金板材は、機械式プレス、油圧式プレスもしくはファインブランキングプレス等にて、打抜き、型取り、穴あけ、曲げ、エンボスなどの塑性加工により、所定のヨーク形状に加工処理され、バリ取り、面取り、機械研磨、化学研磨、電解研磨などの後、ボイスコイルモータに使用される板厚が０.１mm以上５mm以下、好ましくは０.５〜４.５mm、板内部の磁界強度変動が０〜１０Hz、好ましくは０〜５Hzであるヨーク材として製造することができる。

【００２７】ヨーク材の板厚が０.１mm未満の場合は、薄すぎて板材の飽和磁化を多少向上させても磁気回路の特性向上効果があまり見られず、また５mmを超える場合は、逆に充分に厚いため、本発明によらなくても磁気回路が最適設計の問題は生じない。ヨーク材板内部の磁界強度の変動が１０Hzを超える場合は、周波数の自乗に比例する渦電流が発生し、ヨーク材が加熱されることから酸化が加速されるため、十分な耐食性を得ることができない。

【００２８】ここで、ヨーク材に発生するバリ取りには、爆燃熱処式、バレル研磨などが用いられる。仕上げには、機械研磨であるバフ研磨、化学研磨、電解研磨が採用される。特に、機械研磨をその後の表面に無定形な極微粒子の集合体のベイルビー層、金属結晶が微細化され

7

8

た破砕結晶、加工によって変形した塑性変形の領域からなる数ミクロン程度の厚さの加工変質層が存在し、バフ研磨による鏡面加工のみでは、加工変質層が残存するために、所定の性能が得られないので、化学研磨、好ましくは電解研磨が必要となる。電解研磨は表面の突起を優先して溶解し、かつ全体にわたり溶解するために、加工変質層を完全に除去できる。これにより、平滑な面が得られ、記録情報を破壊してしまうパーティクル発生を低減するには最適の処理である。電解研磨液には、過塩素酸、硫酸、塩酸、硝酸、酢酸、リン酸、酒石酸、クエン酸、水酸化ナトリウム、酢酸ナトリウム、ロダンソーダ、尿素、硝酸コバルト、硝酸第二鉄などに、エタノール、プロパノールなどのアルコール類、ブチルセロソルブ、グリセリン、純水などを適宜調合する。

【００２９】以上の工程で作成されたボイスコイルモータ磁気回路用ヨークは、その耐食性が優れるようにヨーク表面に耐蝕性皮膜をコーティングする必要がない。逆にこのヨークに金属あるいは各種合金からなる耐蝕性皮膜を、電気メッキ、無電解メッキ、イオンプレーティング等の各種方法でコートすることは、ヨークのコストアップを招くことから好ましくない。すなわち本発明の鉄合金のヨークは、該軟磁性合金の表面にＮｉ、Ｃｕ、Ｓｎ、Ａｕ、Ｐｔ、Ｚｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ａｌなどの金属の皮膜又はこれらの金属の少なくとも一種以上の金属を２０重量％以上含む合金皮膜を存在させないことにより、製品のコストアップを防止することが出来る。

【００３０】

【実施例】以下、実施例と比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に制限されるものではない。

【００３１】［実施例１〜１４］表１に示す実施例１〜８に示す成分組成の鋼合金塊を溶解・連続鋳造して、幅２００ｍｍ、長さ５００ｍｍ、板厚５０ｍｍの合金塊を得た。

【００３２】その合金塊を大気雰囲気で１２００℃に加熱して熱間圧延を開始し、９５０℃以下で６０％の累積圧下率とし、８５０℃で熱間圧延を終了した。熱間圧延終了後は、室温まで空冷した。その後、冷間圧延した後、９００℃で仕上焼純、酸洗を実施し、厚さ１ｍｍの

鋼板とした。

【００３３】得られた鋼板を撥続式打抜きプレス機にてヨーク形状に打抜き加工し、上下ヨーク２種のヨーク材を得た。

【００３４】得られたヨークにバレル面取り、電解研磨を施した。それら上下ヨークの内側に、最大エネルギー積４００ｋＪ／ｍ³の永久磁石をヨークの中央位置に接着し、磁気回路を作製した。

【００３５】作製したヨーク材を約４ｍｍ角に切断し、最大磁界１.１ＭＡ／ｍの振動試料型磁力計にて飽和磁束密度を測定した。

【００３６】また、ヨーク形状に打抜いた残りの板材から、外径４５ｍｍ、内径３３ｍｍのリング試料を作製し、ＪＩＳ　Ｃ　２５３１（ＪＩＳ　１９９９）に記載される方法に準拠し、前述のリング試料と、間に紙を挟み２枚重ね、絶縁テープを巻いた後、励磁用コイル、磁化検出用コイルとしてそれぞれ５０ターンずつ０.２６ｍｍφの銅線を巻き、最大磁界±１.６ｋＡ／ｍの直流磁化特性自動記録装置にて磁気ヒステリシス曲線を描き、最大比透磁率及び保磁力を測定した。

【００３７】さらに、作製したボイスコイルモータ用磁気回路の性能を調べるために、実際の磁気記録装置に使用されている平面コイルを用い、磁束計（Ｌａｋｅｓｈｏｒｅ製　４８０Ｆｌｕｘｍｅｔｅｒ）を用いて、その磁気回路ギャップ間の磁束量を測定した。また、硬さについてもＪＩＳ　Ｚ　２２４５に準拠し、測定した。

【００３８】耐蝕性を評価するために、温度８０℃、相対湿度９０％の環境下で、２００時間試験し、発錆なしを◎、変色を○、発錆ありを×とし、判定した。

【００３９】［比較例１〜６］比較例として、一般的な市販のＳＰＣＣ−ＳＤ品、板厚１ｍｍの材料（比較例１）と、表２に示す比較例２〜６に示す成分組成の鋼合金塊を実施例１と同様にして板厚１ｍｍの鋼板について、実施例１と同様に、磁気特性を測定した。

【００４０】結果を表１に示す。なお、表１において、対ＳＰＣＣは、比較例１の磁束量に対する増加率を示す。

【００４１】

【表１】

合金組成（重量%）																	
	C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	Co	Cr	Ti	Nb	Zr	Mo	V	Ta	B	Fe

		C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	Co	Cr	Ti	Nb	Zr	Mo	V	Ta	B	Fe
実施例	1	0.003	0.001	0.081	0.003	0.003	0.04	0.001	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	2	0.010	0.011	0.082	0.003	0.004	0.060	0.003	0.003	tr.	tr.	tr.	0.05	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	3	0.002	0.001	0.081	0.003	0.005	0.05	0.001	0.003	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	4	0.002	0.018	0.080	0.004	0.004	0.055	0.003	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	5	0.004	0.002	0.083	0.003	0.003	0.008	0.008	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	6	0.003	0.001	0.082	0.003	0.003	0.007	0.003	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	V 0.05	tr.	tr.	bal.
	7	0.003	0.001	0.081	0.003	0.003	0.04	0.001	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	0.05	tr.	tr.	tr.	bal.
	8	0.003	0.005	0.005	0.004	0.008	0.040	0.005	0.04	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	9	0.003	0.008	0.005	0.005	0.008	0.040	0.005	0.04	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	10	0.003	0.008	0.060	0.005	0.008	0.040	0.007	0.04	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	11	0.003	0.062	0.062	0.006	0.008	0.040	0.008	0.04	tr.	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	12	0.004	0.007	0.008	0.005	0.005	0.041	0.008	0.04	tr.	tr.	tr.	tr.	5	tr.	tr.	bal.
	13	0.005	0.005	0.062	0.004	0.005	0.002	0.005	0.04	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	tr.	bal.
	14	0.003	0.008	0.004	0.005	0.009	0.040	0.005	0.04	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	bal.
比較例	1 (SPCC)	0.100	0.030	0.540	0.02	0.01	0.050	0.040	0.005	tr.									bal.
	2 (SUS304)	0.070	0.970	0.950	0.04	0.03	0.110	0.080	0.04	tr.	10.4	18.5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	3 (SUS316)	0.070	0.960	0.950	0.04	0.03	0.120	0.095	0.04	tr.	13.8	17.8	tr.	tr.	2.85	tr.	tr.	tr.	bal.
	4 (SUS410)	0.140	0.900	0.910	0.038	0.029	0.040	0.092	0.04	tr.	0.49	11.6	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	5 (SUS416)	0.130	0.930	1.220	0.092	0.16	0.050	0.095	0.04	tr.	0.52	12.3	tr.	tr.	0.53	tr.	tr.	tr.	bal.
	6 (SUS429J2)	0.010	0.940	0.960	0.382	0.6													bal.

		飽和磁束密度（T）	最大比透磁率	保磁力（A/m）	ギャップ磁束量（T）	対SFCC（%）	ロックウェル硬さ（HRB）	発錆状態
実施例	1	2.178	12500	60	0.601	102.0	9.3	○
	2	2.133	12350	91	0.595	101.0	22.2	○
	3	2.120	11500	122	0.593	100.7	10.7	○
	4	2.115	11250	140	0.593	100.7	15.1	○
	5	2.117	11050	162	0.591	100.3	13.2	○
	6	2.114	12100	124	0.592	100.5	9.9	○
	7	2.114	11450	135	0.592	100.5	19.1	○
	8	1.775	8500	305	0.576	97.8	30.7	○
	9	1.803	7800	334	0.580	98.5	21.4	○
	10	1.796	8390	350	0.579	98.3	29.5	○
	11	1.788	6750	320	0.577	98.0	25.9	○
	12	1.823	7150	335	0.582	98.8	17.1	○
	13	1.798	7050	315	0.580	98.5	22.1	○
	14	1.809	8250	349	0.585	99.3	23.3	○
比較例	1 (SPCC)	2.080	2475	420	0.589	100.0	50.9	×
	2 (SUS304)	0.062	4.3	470	0.235	39.9	83.9	◎
	3 (SUS316)	0.061	4.7	661	0.232	39.4	84.8	◎
	4 (SUS410)	1.661	606	690	0.350	59.4	88.1	◎
	5 (SUS416)	1.602	640	662	0.333	56.5	91.7	◎
	6 (SUS429J2)	1.648	430	910	0.345	58.6	94.5	◎

【0042】［実施例１５〜３０］同じく表２に示す実施例１５〜３０の成分組成の鋼塊を電炉、転炉−脱ガス、連続鋳造工程を経て溶解・鋳造し、厚さ２００ｍｍのスラブを得た。溶鋼はＲＨ脱ガスおよびＶＯＤ法（真空−酸素脱炭法）により精製した。

【0043】得られた２００ｍｍ厚の鋼厚のスラブを１１００〜１２００℃に加熱・均熱し、熱間圧延機で圧延し、＊５０ ＊仕上げ温度８５０〜９５０℃で板厚約１０ｍｍとした。再結晶焼鈍（８５０〜９００℃）後、酸洗、冷間圧延により約４ｍｍの板厚とした。その後約８５０℃で仕上焼鈍後酸洗して供試用鋼板を得た。

【0044】得られた鋼板を機械式打抜きプレス機にてヨーク形状に打抜き加工し、上下ヨーク２種を得た。得られたヨークは爆発燃焼式バリ取り、化学研磨を施し

１１　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　１２

た。

【００４５】それら上下ヨークの内側に、最大エネルギー積４００ｋＪ／ｍ³の永久磁石をヨークの中央位置に接着し、磁気回路を作製した。

【００４６】作製したヨーク板材の磁気特性を上記と同様にして測定した。

＊【００４７】以上の実験結果を表２に示す。

【００４８】なお、表２における対ＳＰＣＣも、比較例１の磁束量に対するそれぞれの増加率を％で表している。

【００４９】

＊【表２】

合金組成（重量％）

	C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	Co	Ti	Nb	Zr	Mo	V	Ta	B	Fe
15	0.006	0.03	0.017	0.02	0.005	0.001	0.001	0.001	6.0	0.004	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
16	0.006	0.004	0.018	0.02	0.005	0.001	0.001	0.003	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
17	0.006	0.019	0.019	0.02	0.005	0.006	0.014	0.002	6.0	0.03	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
18	0.006	0.006	0.019	0.02	0.005	0.006	0.011	0.03	6.0	0.03	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
19	0.006	0.03	0.038	0.03	0.004	1.0	0.045	0.03	6.0	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
20	0.006	0.035	0.096	0.003	0.005	1.0	0.04	0.003	6.0	8.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
21	0.006	0.03	0.096	0.003	0.005	1.0	0.049	0.03	6.0	8.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
22	0.006	0.03	0.098	0.003	0.005	1.0	0.049	0.03	6.0	8.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
23	0.006	1.0	0.037	0.02	0.005	0.001	0.001	0.003	4.0	0.005	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
24	0.006	1.0	0.037	0.02	0.005	0.001	0.040	0.005	6.0	0.008	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
25	0.012	0.004	0.004	0.004	0.005	0.02	0.02	4.0	0.042	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
26	0.014	0.03	0.263	0.004	0.005	0.02	0.029	0.02	6.0	0.049	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
27	0.005	0.03	0.063	0.03	0.005	0.02	0.010	0.02	6.0	0.042	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
28	0.005	0.07	0.018	0.02	0.005	0.0015	0.010	0.02	10.0	0.01	0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
29	0.005	0.03	0.017	0.02	0.005	0.001	0.010	0.02	10.0	0.01	10.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
30	0.016	0.035	0.066	0.004	0.004	0.021	0.001	0.03	10.0	0.01	10.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.

	飽和磁束密度（T）	最大比透磁率	保磁力（A/m）	ギャップ磁束量（T）	対SPCC（%）	ロックウェル硬さ（HRB）	発錆状態
15	2.033	7280	132	0.888	99.8	27.4	◎
16	1.990	6550	144	0.594	100.8	42.8	◎
17	1.941	6280	148	0.590	100.2	46.6	◎
18	1.876	3210	165	0.886	99.8	51.4	◎
19	1.987	7540	138	0.888	99.8	46.3	◎
20	1.929	6680	149	0.887	99.7	49.0	◎
21	1.877	5450	163	0.883	99.0	50.9	◎
22	1.822	3710	176	0.882	98.8	56.5	◎
23	2.001	9200	142	0.591	100.1	62.9	◎
24	1.949	8420	155	0.586	99.5	67.2	◎
25	2.088	3970	134	0.591	100.3	42.4	◎
26	2.035	3950	142	0.590	100.2	62.8	◎
27	2.001	3030	156	0.889	100.0	71.6	◎
28	2.240	2270	175	0.620	105.3	82.5	○
29	2.325	2850	156	0.605	102.7	71.3	○
30	1.951	2220	210	0.888	99.8	81.4	◎

【００５０】表１、２から、実施例の組成の鋼板は、いずれも、比較例に対して比透磁率は上昇、保磁力は減少し、磁気回路ギャップにおける総磁束量もＳＰＣＣに対し遜色ないことが判る。また、明らかな発錆はなく、パーティクルコンタミネーションは無いことが判る。

【００５１】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、磁気記録装置ボイスコイルモータ用磁気回路部材として使用され※

※は厚さ０．５ｍｍから５ｍｍのヨーク材の磁気特性、及び、耐蝕性を向上させることによって、構成する磁気回路に磁石から投入される磁束を有効に利用してギャップ間の磁束密度を維持し、母材の耐蝕性を向上させて、バリ取り、面取り後の仕上げに化学研磨、電解研磨するだけで、耐蝕性金属皮膜の形成を必要としない安価な磁気回路の提供が可能となる。

(72)発明者　美濃輪　武久
　　　　福井県武生市北府２－１－５　信越化学工業株式会社磁性材料研究所内

TITLE: IRON ALLOY SHEET MATERIAL FOR VOICE COIL MOTOR MAGNETIC CIRCUIT YOKE AND YOKE FOR VOICE COIL MOTOR MAGNETIC CIRCUIT

PUBN-DATE: February 21, 2003

[Detailed Description of the Invention]

[0001]
[Field of the Invention]This invention relates to the high magnetic flux density which constitutes the magnetic circuit for providing a magnetic circuit suitable for the voice coil motor in a magnetic recording medium, etc., the iron alloy plate for voice coil motor magnetic circuit yokes of high corrosion resistance, and the yoke for voice coil motor magnetic circuits.

[0002]
[Description of the Prior Art]The spindle motor which makes required number of rotations rotate the media which formed the magnetic recording film, and its media, the magnetic head which write the contents of record and the voice coil motor which drives it, a control device, etc. are arranged at a hard disk. The magnetic circuit of a voice coil motor comprises a permanent magnet made to generate magnetic flux and a yoke which connects them, and is used as an actuator for a head drive. In the magnetic circuit of CD and a DVD drive, the permanent magnet made to generate magnetic flux as an actuator which drives the lens for a pickup, and the yoke which connects it are used. In recent years, the further low cost is demanded also of the voice coil motor by intense price competition of the maker.

[0003]
In the parts used for these, it is pure and it is called for in the first place that there are no dusting characteristics. In order that **** generated in parts with a possibility of rusting easily, in iron part articles, such as a yoke, may serve as particle contamination and may pollute a hard disk, and the head and lens for a pickup, usually various kinds of corrosion-resistant surface treatments are used, carrying out. Each part is produced in a clean manufacturing process, and although it was inescapable to have become expensive in cost, in order to avoid the crash between a magnetic head and media, and contamination of a lens, severe air cleanliness class management is performed.

[0004]
As for the yoke material of the magnetic circuit which constitutes a voice coil motor, cheap common rolled plates, such as SPCC, SPCD, and SPCE, are used from the demand of low-cost-izing. Although these common rolled plates are pierced and it is the feature that processability, such as bending, is good and cheap, Since it is a common rolled plate, generating of rust cannot be controlled, but in order to solve the above-mentioned problem, the actual condition performs expensive unelectrolyzed nickel-P plating etc. after processing with a press machine etc., and is suppressing generating of rust.

[0005]
Thus, in order to have realized low cost-ization of the magnetic circuit, cheap materials, such as SPCC, were used, but since the corrosion resistance of a common rolled plate was not expectable, expensive corrosion-resistant metallic films, such as nickel plating,

needed to be formed. Therefore, it was inescapable to have become expensive in cost.
[0006]
[Problem(s) to be Solved by the Invention]As spread previously, cold rolled steel plates, such as SPCC, are pierced, and templating, puncturing, bending and excelling in productivity, such as embossing, and since it is cheap, they are used most. However, since these steel materials did not have sufficient saturation magnetization or corrosion resistance, by the above-mentioned miniaturization and slimming down, they are difficult to avoid magnetic saturation in a partial VCM magnetic circuit, and were not fully able to lead magnetic flux from the permanent magnet which has high magnetic flux density to the magnetic circuit. The depth size of a yoke is also restricted by the restrictions from the whole device, and all magnetic flux of an aperiodic compass cannot be utilized effectively, but while being a magnetic circuit, it is saturated selectively or the leakage of magnetic flux occurs.
[0007]
It not only reduces the gap-magnetic-flux density of a magnetic circuit, but the leakage of such magnetic flux will have influence to a surrounding magnetic recording medium and control machinery. The amount of leakage flux from a VCM circuit has fixed regulation, and the amount of leakage flux of a product must be made below into this default value.
[0008]
In order to avoid particle contamination generating of rust etc., it was indispensable to have formed a surface treatment film and low-cost-izing was dramatically difficult.
[0009]
These amounts of leakage flux were lost, and all the characteristics of the high magnetic flux density which a permanent magnet has were utilized, and development of the magnetic material for yokes which can be manufactured cheaply was called for strongly.
[0010]
This invention was made in order to meet the above-mentioned request, and its magnetic flux density is high, And it excels in corrosion resistance, formation of a corrosion-resistant metallic film can be omitted, and it aims at providing the iron alloy plate for voice coil motor magnetic circuit yokes and the yoke for voice coil motor magnetic circuits which can be manufactured cheaply.
[0011]
[The means for solving a technical problem and an embodiment of the invention] In the plate for yokes whose magnetic-field-strength change inside 0.1-mm or more 5 mm or less and a board the board thickness used for a voice coil motor magnetic circuit is 0-10 Hz in order that this invention may attain the above-mentioned purpose, This plate C:0.0001 to 0.02 % of the weight, Si:0.0001-5 % of the weight, Mn : 0.001 to 0.2 % of the weight, P:0.0001 to 0.05 % of the weight, S:0.0001 to 0.05 % of the weight, aluminum : 0.0001 to 5 % of the weight, O:0.001 to 0.1 % of the weight, N:0.0001 to 0.03 % of the weight, Co: 0-10 % of the weight, Cr : Contain 0 to 10% of the weight of each element, and as an alloying element further Ti, As being chosen out of Zr, Nb, Mo, V, nickel, W, Ta, and B, the alloy element more than a kind is contained 0.01 to 5% of the weight in total as it is few, In addition, it is an iron alloy in which the remainder consists of Fe(s) practically in addition to an inescapable impurity, In the saturation magnetic flux density, 1.7-tesla or more 2.3 teslas or less and the maximum relative permeability 22000 or less [and / 1200 or more]. The iron alloy plate for voice coil

motor magnetic circuit yokes, wherein coercive force is 380 or less A/m of 20 or more A/m, and the yoke for voice coil motor magnetic circuits using this iron alloy plate are provided. In this case, since this yoke has the good corrosion resistance of the above-mentioned iron alloy plate, formation of the coat of the alloy which contains metal, such as a corrosion-resistant metallic film, for example, nickel, Cu, Sn, Au, Pt, Zn, Fe, Co, and aluminum, and these metal 20% of the weight or more on the surface like before is omissible.

[0012]

That is, a voice coil motor of high corrosion resistance can be manufactured by using the above-mentioned iron alloy plate, holding a high characteristic. Co which was able to refrain from the use especially since it was conventionally expensive is effective in improvement in saturation magnetization, Since high corrosion resistance is added and a surface treatment film is not needed by being able to lead efficiently magnetic flux generated from a highly efficient permanent magnet by high saturation magnetization of a plate to a magnetic circuit, and adding Cr, it is the feature that it can manufacture cheaply. It is preferred that carbide and/or an oxide which are chosen from Ti, Zr, Nb, Mo, V, nickel, W, and Ta which were added as an alloying element and which consist of an alloy element more than a kind at least distribute minutely, and deposit in a grain boundary of an alloy and/or a grain.

[0013]

Hereafter, lessons is taken from this invention and it explains in more detail.

[0014]

An iron alloy plate for voice coil motor magnetic circuit yokes of this invention, As mentioned above, specific amount content of C, Si, Mn, P, S, aluminum, O, and the N is carried out, and it consists of an iron alloy which Co and Cr also carry out specific amount content preferably, and carries out specific amount content of one sort of Ti, Zr, Nb, Mo, V, nickel, W, Ta, and B, or the two sorts or more.

[0015]

That is, this invention persons examine various materials so that they may attain the purpose mentioned above, as a result of investigating an element which raises corrosion resistance, if steel, such as SPCC, is heated in the air, a scale will be generated and oxidation will become early. As for this, FeO and Fe_3O_4 grows by movement of Fe^{++} with a metal insufficient n-type semiconductor, oxygen permeates through an oxide layer and Fe_2O_3 advances oxidation of iron under an oxide layer in order to grow by movement of O with a p type semiconductor with superfluous metal. What is necessary is for an oxide layer to be precise in order to be unable to follow oxidation, and to stick well and just to give an operation which bars oxygen to an inside, without producing a crack etc. In order that aluminum, Cr, and Si may alloy metal which moreover makes a stable oxide that it is easier to oxidize than Fe, they oxidize more nearly selectively than Fe, build a thin precise tunic of aluminum$_2$O$_3$, Cr$_2$O$_3$, and SiO$_2$, and bar advance of oxidation. In detail, aluminum and Cr generate a multiple oxide of FeO-aluminum$_2$O$_3$ and FeO-Cr$_2$O$_3$, and Si generates a multiple oxide of 2 FeO-SiO$_2$. A made oxide layer does not have oxidation resistance, when capacity is small and does not cover the surface thoroughly, when capacity is too large on the contrary, an oxide layer blisters, or it is divided and there is no oxidation resistance similarly. A wrap case has the completely best oxide layer with

suitable precise capacity in the surface.

[0016]

An element which has on a fall of magnetic flux density from ingredients, such as SPCC material, was investigated. Since C, aluminum, Si, P, S, and Mn do not have the magnetic moment to iron or the magnetic moment differs from an iron parent, a phenomenon of reducing the magnetic moment of surrounding iron by existence of these elements happens. P and S have an adverse effect also in corrosion resistance in addition to a fall of magnetic flux density especially. However, it is satisfying to reduce these elements recklessly, even if it contains, if it is disadvantageous from a field of a manufacturing cost of a raw material, and it is within the limits of a small quantity also efficiently.

[0017]

From the above viewpoint, an iron alloy plate for voice coil motor magnetic circuit yokes of this invention, C:0.0001 to 0.02 % of the weight, Si : 0.0001 to 5 % of the weight, Mn : 0.001 to 0.2 % of the weight, P:0.0001 to 0.05 % of the weight, S:0.0001 to 0.05 % of the weight, aluminum : 0.0001 to 5 % of the weight, The remainder considers it as the range of Fe, and more preferably C:0.0005 to 0.015 % of the weight, Especially 0.001 to 0.01 % of the weight, Si:0.0005-5 % of the weight, Especially, 0.001 to 5 % of the weight, Mn : Especially 0.001 to 0.2% of the weight 0.01 to 0.2 % of the weight, P:0.0001 to 0.05 % of the weight especially 0.001 to 0.05 % of the weight, S:0.0001 to 0.05 % of the weight especially 0.001 to 0.05 % of the weight, aluminum: It may be 0.001 to 5 % of the weight especially 0.0005 to 5% of the weight.

[0018]

O and N influence magnetic properties similarly, and if it is preferred to consider it as O:0.001 to 0.1 % of the weight and N:0.0001 to 0.03 % of the weight and it is this range, saturation magnetic flux density will not be degraded especially. more -- desirable -- O:0.005 to 0.09 % of the weight -- it is 0.0005 to 0.02 % of the weight especially N:0.0005 to 0.03% of the weight 0.005 to 0.08% of the weight.

[0019]

Co and Cr may be 0 to 10 % of the weight, respectively. It turns out that especially Fe-Cr alloy reduces the spontaneous magnetic moment almost linearly, and a lot of addition leads to a fall of magnetic flux. As for a thing of 10 to 80% of the weight of a presentation of this alloy, a physical property changes with annealing remarkably. For example, in annealing at 475 **, it is mechanically hard, and becomes weak, plastic-working ability, such as cutting and stamping, falls remarkably, and corrosion resistance also deteriorates with brittleness. A sigma phase deposits on a grain community heated at around 700 ** for a long time, and grain boundary-proof corrosiveness and mechanical strength fall to it. Therefore, the range of Cr is made into 10 or less % of the weight. Since the environment used differs with environment where salt damage environment, medicine, etc. exist between an iron alloy plate for voice coil motor magnetic circuit yokes of this invention, and a yoke for voice coil motor magnetic circuits when stainless steel is used, there may be few amounts of Cr(s). It is preferred more preferably to contain four to 10% of the weight from a corrosion-resistant point Cr:0.02-10% of the weight.

[0020]

On the other hand, since Co with more outer electrons than an iron atom increases magnetic flux density, in this invention, it is an important element. It can add a maximum

of 10% of the weight, and the amount of Co(es) becomes making saturation magnetic flux density of an alloy increase, and disadvantageous from a point of cost, since intensity of an alloy becomes hard too much greatly more and strip processing is expensive metal difficultly or simultaneous. Therefore, as for especially the amount of Co(es), it is preferred to consider it as 4 to 10% of the weight of a range 0.1 to 10% of the weight. It becomes possible to reveal magnetic flux density which is not inferior to materials, such as the conventional SPCC, by making Co of a part corresponding to addition of an element to which magnetic flux density is reduced add.

[0021]

When [whose an element more than a kind dissolved in a ferrite phase in material] chosen out of Ti added as an alloying element, Zr, Nb, Mo, Cr, V, nickel, W, and Ta, it causes a fall of magnetic flux density, but it. [at least] An intermetallic compound is generated between C, O, and N which are mixed impossibly, and carbide, an oxide, and a nitride are made. As a result, these sludges can deposit uniformly minutely in alloy structure, and can check movement of transition under plastic working. For this reason, the superfluous ductility of an alloy becomes small and barricade generating of a shear side can be suppressed at the time of die cutting of a plate. Even if it quenches a thing containing an element which fixes these [C, O, and N] from annealing temperature, sensitization is not carried out, grain boundary-proof corrosiveness is good, and big rough-ization of a crystal grain does not take place easily, either.

[0022]

Mo, V, and nickel are effective in raising the corrosion resistance of an iron alloy plate so that an example of stainless steel etc. may see. In the case of low carbon, it embrittles remarkably by 440-540 ** annealing, and although secondary hardening arises, it anneals, and brittleness is based on carbide with Cr, and resistance-to-temper-softening nature is improved from a carbon trap by addition of these elements. W, Ta, and B are effective in raising the strip-processing nature of a plate, and can contribute to reduction of a conversion cost. However, since each of these elements decreases saturation magnetization, it is not preferred to add exceeding 5 % of the weight also in total. Therefore, these alloying elements are added at 0.01 to 5% of the weight of a rate.

[0023]

Although Fe is the remainder, it is preferred among an iron alloy to contain especially 75% of the weight or more 50% of the weight or more.

[0024]

In this invention, it is the feature that saturation magnetic flux density shall be 1.7-2.3 teslas, if the maximum relative permeability is small or coercive force is too large even if saturation magnetic flux density is high, magnetic resistance of a magnetic circuit will increase and gap-magnetic-flux density will become low. For this reason, the maximum relative permeability considers it as or more 1200 22000 or less range, and let coercive force be the 20 or more A/m range of 380 or less A/m. More preferably, 1.8-2.3 teslas of especially saturation magnetic flux densities are 2.0-2.3 teslas, the maximum relative permeability is 1500-22000, especially 2000-22000, and especially coercive force is 20 - 300 A/m 20 to 350 A/m.

[0025]

If hardness of yoke material becomes large, since power required for processing of die cutting, bending, etc. becomes large, capability of a pressing machine etc. may be

insufficient, Since a burden placed on a metallic mold becomes large and a life of a metallic mold falls, it is good for 90 or less HRB to make hardness (Rockwell) or less into 85 preferably.

[0026]

Although an alloy content is adjusted to the target range by raw material material or a steelmaking method, from on productivity and quality, a continuous casting process is preferred and a vacuum melting process etc. are suitable for small lot production. After casting, in order to consider it as steel materials of predetermined board thickness, hot-rolling, cold rolling, etc. are carried out. Thus, in a mechanical press, a hydraulic press or a fine blanking press, etc., pierce an obtained iron alloy plate and by plastic working, such as templating, puncturing, bending, and embossing. Processing treatment is carried out to predetermined yoke shape, and De-burring, camfering, mechanical polishing, chemical polishing, Board thickness used for a voice coil motor can manufacture after electrolytic polishing etc. as 0.1-mm or more yoke material 0-10 Hz of whose magnetic-field-strength change inside 0.5-4.5 mm and a board is 0-5 Hz preferably 5 mm or less.

[0027]

When board thickness of yoke material is less than 0.1 mm, it is too thin, and even if it raises some saturation magnetization of a plate, when a characteristic improved effect of a magnetic circuit is seldom seen and exceeds 5 mm, since it is thick reverse enough, even if not based on this invention, a problem with which a magnetic circuit is saturated is not produced. Since an eddy current proportional to a square of frequency occurs, yoke material is heated and oxidation is accelerated when change of magnetic field strength inside a yoke material board exceeds 10 Hz, sufficient corrosion resistance cannot be acquired.

[0028]

Here, an explosive combustion type, barrel finishing, etc. are used for de-burring generated in yoke material. Buffing, chemical polishing, and electrolytic polishing which are mechanical polishing are adopted as finishing. A Beilby layer of an aggregate of a submicron particle especially with the formless surface which performed mechanical polishing, since a damaged layer of about several microns or less which consists of a field of plastic deformation which a metallic crystal transformed by a crushing crystal by which minuteness making was carried out, and processing exists, a damaged layer remains only by mirror surface finish by buffing and predetermined performance is not obtained -- chemical polishing -- electrolytic polishing is preferably needed. A damaged layer is thoroughly removable, in order to give priority to a surface projection, and to dissolve and for electrolytic polishing to dissolve over the whole. It is the optimal processing for reducing a particles generation which a smooth field is acquired by this and destroys recorded information. In an electropolishing solution, perchloric acid, sulfuric acid, chloride, nitric acid, acetic acid, phosphoric acid, tartaric acid, Alcohols, such as ethanol and propanol, butyl cellosolve, glycerin, pure water, etc. are suitably prepared to citrate, sodium hydroxide, sodium acetate, sodium rhodanide, urea, a cobalt nitrate, the second iron of nitric acid, etc.

[0029]

Since the corrosion resistance is excellent, the yoke for voice coil motor magnetic circuits created at the above process does not need to coat the yoke surface with a corrosion-resistant coat. Conversely, it is not preferred from causing a cost hike of a yoke to carry

out the coat of the corrosion-resistant coat which becomes this yoke from metal or various alloys by various methods, such as electroplating, electroless deposition, and ion plating. In an iron alloy of this invention, on the surface of this plate alloy, namely, nickel, Cu, A cost hike of a product can be prevented by not making a coat of metal, such as Sn, Au, Pt, Zn, Fe, Co, and aluminum, or an alloy film of these metal which contains metal more than a kind 20% of the weight or more at least exist.

[0030]

[Example]Although an example and a comparative example are shown and this invention is explained concretely hereafter, this invention is not restricted to the following example.

[0031]

[Examples 1-14] The dissolution and continuous casting acted as a steel-alloys lump of component composition which shows Examples 1-8 shown in Table 1, and 200 mm in width, 500 mm in length, and the alloy mass of 50 mm of board thickness were obtained.

[0032]

The alloy mass was heated at 1200 ** by atmospheric air, hot-rolling was started, it was considered as the cumulative draft of 60% below 950 **, and hot-rolling was ended at 850 **. Air cooling of after the end of hot-rolling was carried out to the room temperature. Then, after cold-rolling, finish annealing and pickling were carried out at 900 **, and it was considered as the 1-mm-thick steel plate.

[0033]

Stamping of the obtained steel plate was carried out to yoke shape with the mechanical dieing-out-press machine, and the yoke material of two sorts of up-and-down yokes was obtained.

[0034]

Barrel camfering and electrolytic polishing were performed to the obtained yoke. Inside these up-and-down yoke, the permanent magnet of maximum energy product 400 kJ/m^3 was pasted up on the middle position of the yoke, and the magnetic circuit was produced.

[0035]

The produced yoke material was cut to about 4 mm squares, and saturation magnetic flux density was measured with the vibrating sample magnetometer of maximum magnetic field 1.9 MA/m.

[0036]

A ring sample the outer diameter of 45 mm and 33 mm in inside diameter is produced from the remaining plates pierced to yoke shape, Based on the method indicated to JIS C 2531 (1999), the above-mentioned ring sample, After rolling a two-sheet pile and insulating tape on both sides of paper in between, the copper wire of 50 every turns 0.26 mmphi was coiled as the coil for magnetization, and a coil for magnetization detection, respectively, the magnetic hysteresis loop was drawn with the direct-current-magnetization characteristic automatic observer of maximum magnetic field**1.6 kA/m, and the maximum relative permeability and coercive force were measured.

[0037]

In order to investigate the performance of the produced magnetic circuit for voice coil motors, the amount of total magnetic flux between the magnetic-circuit gap was measured using the flux meter (product made from Lakeshore 480Fluxmeter) using the plane coil currently used for the actual magnetic recording medium. Based on JIS Z 2245,

it measured also about hardness.

[0038]

In order to evaluate corrosion resistance, under the environment of the temperature of 80 **, and 90% of relative humidity, it examined for 200 hours, and those without rusting were made into O, discoloration was made into x, and O and those with rusting were judged.

[0039]

[Comparative examples 1-6] Magnetic properties were measured like Example 1 about the steel plate with a thickness of 1 mm which obtained the steel-alloys lump of component composition which shows the comparative examples 2-6 shown with a common commercial SPCC-SD article and the material (comparative example 1) of 1 mm of board thickness in Table 2 as a comparative example like Example 1.

[0040]

A result is shown in Table 1. In Table 1, opposite SPCC shows the rate of change over the magnetic flux amount of the comparative example 1.

[0041]

[Table 1]

		合金組成（重量%）																	
		C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	Co	Ni	Cr	Ti	Nb	Zr	Mo	V	Ta	B	Fe
実施例	1	0.005	0.001	0.002	0.003	0.008	0.001	0.009	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	2	0.010	0.01	0.002	0.008	0.004	0.000	0.000	0.001	tr.	tr.	tr.	0.05	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	3	0.003	0.001	0.001	0.004	0.005	0.06	0.000	0.003	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	4	0.002	0.76	0.063	0.004	0.006	0.005	0.0011	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	5	0.001	0.02	0.05	0.003	0.008	0.008	0.0015	0.002	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	6	0.006	0.001	0.05	0.003	0.004	0.021	0.0007	0.003	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	0.05	tr.	tr.	bal.
	7	0.003	0.03	0.063	0.003	0.003	0.009	0.000	0.007	tr.	tr.	tr.	tr.	0.05	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	8	0.003	0.05	0.070	0.004	0.006	0.040	0.000	0.005	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	9	0.002	0.06	0.085	0.005	0.007	0.005	0.0075	0.005	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	10	0.002	0.10	0.090	0.005	0.008	0.000	0.000	0.005	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	11	0.002	0.12	0.082	0.006	0.006	0.040	0.004	0.005	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	tr.	tr.	tr.	bal.
	12	0.004	0.07	0.070	0.005	0.004	0.050	0.005	0.005	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	tr.	tr.	bal.
	13	0.003	0.05	0.082	0.004	0.005	0.002	0.005	0.005	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	tr.	bal.
	14	0.003	0.11	0.074	0.006	0.008	0.006	0.008	0.005	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	5	bal.
比較例	1 (SPCC)	0.100	0.030	0.540	0.02	0.01	0.060	0.010	0.005	tr.										bal.
	2 (SUS304)	0.070	0.370	1.850	0.04	0.03	0.110	0.080	0.05	tr.	10.4	18.5	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	3 (SUS316)	0.070	0.980	1.950	0.04	0.03	0.120	0.095	0.04	tr.	13.8	17.8	tr.	tr.	tr.	2.85	tr.	tr.	tr.	bal.
	4 (SUS410)	0.140	0.920	0.910	0.008	0.028	0.040	0.092	0.05	tr.	0.49	11.6	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	5 (SUS416)	0.130	0.930	1.220	0.052	0.16	0.050	0.085	0.04	tr.	0.52	12.3	tr.	tr.	tr.	0.53	tr.	tr.	tr.	bal.
	6 (SUS420J2)	0.340	0.910	0.950	0.032	0.028	0.050	0.091	0.05	tr.	0.55	12.2	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.

		飽和磁束密度 (T)	最大比透磁率	保磁力 (A/m)	ギャップ磁束量 (T)	対SPCC (%)	ロックウェル硬さ (HRB)	発錆状態
実施例	1	2.173	12500	60	0.601	102.0	9.3	○
	2	2.133	12350	91	0.595	101.0	22.2	○
	3	2.120	11500	122	0.593	100.7	10.7	○
	4	2.115	11250	140	0.593	100.7	15.1	○
	5	2.117	11050	162	0.591	100.3	13.2	○
	6	2.114	12100	124	0.592	100.5	9.9	○
	7	2.114	11450	135	0.592	100.5	19.1	○
	8	1.775	8500	305	0.576	97.8	30.7	○
	9	1.803	7900	334	0.580	98.5	21.4	○
	10	1.795	8390	350	0.579	98.3	29.5	○
	11	1.783	8750	320	0.577	98.0	25.9	○
	12	1.822	7150	335	0.582	98.8	17.1	○
	13	1.798	7050	315	0.580	98.5	22.1	○
	14	1.839	8250	348	0.595	99.3	23.3	○
比較例	1 (SPCC)	2.080	2475	420	0.589	100.0	56.9	×
	2 (SUS304)	0.062	4.3	470	0.235	39.9	83.9	◎
	3 (SUS316)	0.061	4.7	661	0.232	39.4	84.8	◎
	4 (SUS410)	1.561	606	690	0.350	59.4	88.1	◎
	5 (SUS416)	1.602	640	662	0.333	56.5	91.7	◎
	6 (SUS420J2)	1.648	430	910	0.345	58.6	94.5	◎

[0042]

[Examples 15-30] The dissolution and casting of the steel ingot of the component composition of Examples 15-30 similarly shown in Table 2 were done through electric furnace and converter-degasifying and a continuous casting process, and 200-mm-thick slab was obtained. Molten iron was refined by RH degasifying and a VOD process (the vacuum-oxygen decarbonizing method).

[0043]

As for the slab of the obtained 200-mm board thickness, heating and soak were 1100-1200 **, and it rolled with the hot rolling mill, and was considered as about 10 mm of board thickness by 850-950 ** of finishing temperature. It was considered as about 4-mm board thickness with pickling and cold rolling after recrystallizing annealing (850-900 **). After [finish annealing] pickling was carried out at about 850 ** after that, and the steel plate for a sample offering was obtained.

[0044]

Stamping of the obtained steel plate was carried out to yoke shape with the mechanical dieing-out-press machine, and two sorts of up-and-down yokes were obtained. The obtained yoke performed explosive combustion type de-burring and chemical polishing.

[0045]

Inside these up-and-down yoke, the permanent magnet of maximum energy product 400 kJ/m^3 was pasted up on the middle position of the yoke, and the magnetic circuit was produced.

[0046]

The magnetic properties of the produced yoke plate were measured like the above.

[0047]

The above experimental result is shown in Table 2.

[0048]

Opposite SPCC in Table 2 also expresses each rate of increase to the magnetic flux amount of the comparative example 1 with %.

[0049]

[Table 2]

		合金組成（重量%）																	
		C	Si	Mn	P	S	Al	O	N	Co	Ni	Cr	Ti	Nb	Zr	Mo	V	Ta	B	Fe
実施例	15	0.006	0.03	0.017	0.002	0.005	0.0001	0.010	0.03	0.01	0.004	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	16	0.006	0.04	0.020	0.002	0.003	0.0010	0.020	0.03	0.01	0.006	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	17	0.005	0.05	0.019	0.002	0.003	0.0005	0.014	0.02	0.02	0.006	8.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	18	0.005	0.04	0.019	0.002	0.005	0.0005	0.011	0.03	0.02	0.006	10.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	19	0.005	0.05	0.037	0.003	0.004	1.0	0.045	0.03	0.03	0.006	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	20	0.005	0.05	0.036	0.002	0.005	1.0	0.052	0.02	0.03	0.006	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	21	0.005	0.05	0.036	0.002	0.003	1.0	0.049	0.03	0.05	0.006	8.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	22	0.005	0.05	0.038	0.002	0.004	1.0	0.045	0.03	0.05	0.006	10.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	23	0.005	1.0	0.021	0.002	0.003	0.0012	0.035	0.03	0.05	0.006	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	24	0.005	1.0	0.037	0.002	0.003	0.0011	0.040	0.02	0.05	0.006	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	25	0.012	0.004	0.045	0.004	0.003	0.0020	0.032	0.03	4.0	0.012	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	26	0.014	0.025	0.053	0.004	0.005	0.0022	0.029	0.02	6.0	0.019	6.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	27	0.012	0.035	0.063	0.003	0.005	0.0025	0.031	0.03	8.0	0.026	8.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	28	0.005	0.03	0.018	0.002	0.005	0.0015	0.010	0.02	10.0	0.031	0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	29	0.009	0.004	0.017	0.002	0.006	0.0003	0.011	0.02	10.0	0.029	4.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.
	30	0.016	0.035	0.098	0.004	0.004	0.0021	0.038	0.03	10.0	0.036	10.0	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	bal.

		飽和磁束密度 （T）	最大比透磁率	保磁力 （A／m）	ギャップ磁束量 （T）	対SPCC （%）	ロックウェル硬さ （HRB）	発錆状態
実施例	15	2.058	7280	132	0.586	99.5	27.4	◎
	16	1.990	6550	144	0.594	100.8	42.8	◎
	17	1.941	5280	158	0.590	100.2	46.6	◎
	18	1.878	3210	165	0.586	99.5	51.4	◎
	19	1.987	7540	138	0.588	99.8	45.3	◎
	20	1.929	6580	149	0.587	99.7	49.0	◎
	21	1.877	5450	163	0.583	99.0	50.9	◎
	22	1.822	3710	176	0.582	98.8	55.5	◎
	23	2.001	9200	142	0.591	100.3	62.9	◎
	24	1.949	6420	155	0.586	99.5	67.2	◎
	25	2.088	3970	134	0.591	100.3	42.4	◎
	26	2.035	3360	143	0.590	100.2	62.8	◎
	27	2.001	3090	156	0.589	100.0	71.6	◎
	28	2.240	2270	175	0.620	105.3	52.5	○
	29	2.225	2850	156	0.605	102.7	71.3	○
	30	1.951	2220	210	0.588	99.8	81.4	◎

[0050]
As for the steel plate of a presentation of an example, each is understood that as for relative permeability a rise and coercive force decrease and inferiority does not have the amount of total magnetic flux in a magnetic-circuit gap to SPCC, either from Tables 1 and 2 to a comparative example. There is no clear rusting and it turns out that there is no particle contamination.

[0051]
[Effect of the Invention]As stated above, this invention by raising the magnetic properties of with a thickness of 0.5 to 5 mm used as magnetic-circuit member for magnetic-recording-medium voice coil motors yoke material, and corrosion resistance, The magnetic flux density between gaps is maintained using effectively the magnetic flux supplied to the magnetic circuit to constitute from a magnet, the corrosion resistance of a base material is raised, and offer of a cheap magnetic circuit which does not need formation of a corrosion-resistant metallic film for finishing after de-burring and camfering chemical polishing and only by carrying out electrolytic polishing is attained.